

5367-44



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 100 26 254 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 L 33/00

⑳ Aktenzeichen: 100 26 254.6
㉔ Anmeldetag: 26. 5. 2000
㉕ Offenlegungstag: 8. 11. 2001

DE 100 26 254 A 1

⑥ Innere Priorität:
200 09 283. 9 26. 04. 2000

⑦ Anmelder:
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,
93049 Regensburg, DE

⑦ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer, 80339 München

⑦ Erfinder:
Mundbrod-Vangerow, Manfred, 93049 Regensburg,
DE; Hahn, Berthold, Dr., 93155 Hemau, DE; Jacob,
Ulrich, Dr., 93053 Regensburg, DE; Lugauer, Hans
Jürgen, Dr., 93173 Wenzenbach, DE

⑤ Entgegenhaltungen:

DE 199 21 987 A1
DE 100 00 088 A1
US 42 32 440

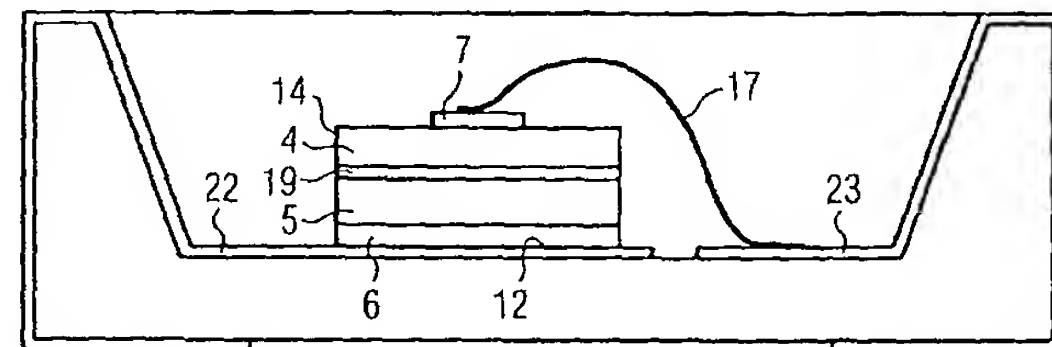
JP 11-220 171 A (abstract), JPO, 1999;
JP 10-150 220 A (abstract), JPO, 1998;
JP 11-74 558 A (abstract), JPO, 1999;
J.-L. Lee et al.: Ohmic contact formation mecha-
nism of nonalloyed Pd contacts to p-type GaN
observed by positron annihilation spectroscopy.
In: Appl. Phys. Lett., ISSN 0003-6951, Vol. 74,
No. 16, 1999, S. 2289-2291.;
JP 11-251 634 A (abstract), JPO, 1999;
T. Margalith et al.: Indium tin oxide contacts to
gallium nitride optoelectronic devices. In: Appl.
Phys. Lett., ISSN 0003-6951, Vol. 74, No. 26, 1999
S. 3930-3932.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Lumineszenzdiodenchip mit einer auf GaN basierenden strahlungsemitternden Epitaxieschichtenfolge

⑤ Lumineszenzdiodenchip (1) mit einer auf GaN basie-
renden strahlungsemitternden Epitaxieschichtenfolge
(3), die eine aktive Zone (19), eine n-dotierte (4) und eine
p-dotierte Schicht (5) aufweist. Die p-dotierte Schicht (5)
ist auf der von der aktiven Zone (19) abgewandten Haupt-
fläche (9) mit einer auf Ag basierenden reflektierenden
Kontaktmetallisierung (6) versehen.



DE 100 26 254 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Lumineszenzdiodenchip nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und auf ein Lumineszenzdiodenbauelement mit einem derartigen Lumineszenzdiodenchip.

[0002] Unter "auf GaN basierend" fallen im Folgenden insbesondere alle ternären und quaternären auf GaN basierenden Mischkristalle, wie AlN, InN, AlGaIn, InGaIn, InAlIn und AlInGaIn und auf Galliumnitrid selbst.

[0003] Bei der Herstellung von Lumineszenzdiodenchips auf der Basis von GaN besteht das grundlegende Problem, daß die maximal erzielbare elektrische Leitfähigkeit von p-dotierten Schichten, insbesondere von p-dotierten GaN- oder AlGaIn-Schichten, nicht ausreicht, um mit einer herkömmlichen Vorderseiten-Kontaktmetallisierung, die von Lumineszenzdiodenchips anderer Materialsystemen bekannt ist (eine solche überdeckt zwecks möglichst hoher Strahlungsauskopplung nur einen Bruchteil der Vorderseite), eine Stromaufweitung über den gesamten lateralen Querschnitt des Chips zu erzielen.

[0004] Ein Aufwachsen der p-leitenden Schicht auf ein elektrisch leitendes Substrat, wodurch eine Stromeinprägung über den gesamten lateralen Querschnitt der p-leitenden Schicht möglich wäre, führt zu keinem wirtschaftlich vertretbaren Ergebnis. Die Gründe hierfür lassen sich folgendermaßen darstellen. Erstens ist die Herstellung von elektrisch leitenden gitterangepaßten Substraten (z. B. GaN-Substraten) für das Aufwachsen von GaN-basierten Schichten mit hohem technischen Aufwand verbunden; zweitens führt das Aufwachsen von p-dotierten GaN-basierten Schichten auf für undotierte und n-dotierte GaN-Verbindungen geeignete nicht gitterangepaßten Substrate zu keiner für eine Lumineszenzdiode hinreichenden Kristallqualität.

[0005] Bei einem bekannten Ansatz zur Bekämpfung des oben genannten Problems wird auf die vom Substrat abgewandte Seite der p-leitenden Schicht ganzflächig eine für die Strahlung durchlässige Kontaktschicht oder eine zusätzliche elektrisch gut leitfähige Schicht zur Stromaufweitung aufgebracht, die mit einem Bondkontakt versehen ist.

[0006] Der erstgenannte Vorschlag ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, daß ein erheblicher Teil der Strahlung in der Kontaktschicht absorbiert wird. Beim zweitgenannten Vorschlag ist ein zusätzlicher Prozessschritt erforderlich, der den Fertigungsaufwand wesentlich erhöht.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht zunächst darin, einen Lumineszenzdiodenchip der eingangs genannten Art mit einer verbesserten Stromaufweitung zu entwickeln, dessen zusätzlicher Herstellungsaufwand gering gehalten ist. Weiterhin soll ein Lumineszenzdiodenbauelement mit einem derartigen Chip zur Verfügung gestellt werden.

[0008] Die erstgenannte Aufgabe wird mit einem Lumineszenzdiodenbauelement mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Patentansprüche 2 bis 12. Die zweitgenannte Aufgabe wird durch ein Lumineszenzdiodenbauelement mit den Merkmalen des Patentanspruches 13 gelöst.

[0009] Bei einer Lumineszenzdiode gemäß der Erfindung ist die p-dotierte Schicht auf der von der aktiven Schicht abgewandten Hauptfläche mit einer auf Ag basierenden reflektierenden Kontaktmetallisierung versehen ist. Unter "auf Ag basierend" fallen alle Metalle, die zum größten Teil Ag aufweisen und deren elektrische und optische Eigenschaften wesentlich von Ag bestimmt sind. Diese Kontaktmetallisierung bewirkt vorteilhafterweise einerseits einen guten ohmschen Kontakt mit einem geringen elektrischen Übergangswiderstand zur Epitaxieschichtenfolge. Andererseits weist sie vorteilhafterweise ein hohes Reflexionsvermögen und

geringe Absorption im genannten Spektralbereich auf. Daraus ergibt sich eine hohe Rückreflexion der auf sie treffenden elektromagnetischen Strahlung in den Chip. Diese rückreflektierte Strahlung kann dann über freie Seitenflächen des Chips aus diesem ausgekoppelt werden. Die reflektierende Kontaktmetallisierung besteht bei einer bevorzugten Ausführungsform zumindest teilweise aus einer PtAg- und/oder PdAg-Legierung.

[0010] Die reflektierende Kontaktmetallisierung überdeckt vorzugsweise mehr als 50%, besonders bevorzugt 100% der von der aktiven Schicht abgewandten Hauptfläche der p-dotierten Schicht. Dadurch wird eine Stromversorgung des gesamten lateralen Querschnitts der aktiven Zone erreicht.

[0011] Um die Haftfestigkeit der reflektierenden Kontaktmetallisierung auf der p-dotierten Schicht zu fördern, ist vorzugsweise zwischen diesen beiden Schichten eine strahlungsdurchlässige Kontaktschicht vorgesehen, die beispielsweise im Wesentlichen mindestens ein Metall aus der Gruppe Pt, Pd, Cr aufweist.

[0012] Dadurch kann die reflektierende Kontaktmetallisierung auf einfache Weise sowohl hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften als auch ihrer Reflexionseigenschaften optimiert werden.

[0013] Die Dicke einer Kontaktschicht der oben genannten Art ist vorteilhafterweise kleiner oder gleich 10 nm. Die optischen Verluste in dieser Schicht können dadurch vorteilhafterweise besonders gering gehalten werden.

[0014] Besonders bevorzugt weist die Kontaktschicht eine nicht geschlossene, insbesondere inselartige und/oder netzartige Struktur auf. Hierdurch wird vorteilhafterweise erreicht, daß die auf Ag basierende reflektierende Schicht zumindest teilweise unmittelbar Kontakt mit der p-dotierten Schicht aufweist, wodurch die elektrischen und optischen Eigenschaften positiv beeinflußt werden.

[0015] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform besteht die Kontaktschicht im Wesentlichen aus Indium-Zinn-Oxid (ITO-Indium Tin Oxide) und/oder ZnO und weist vorzugsweise eine Dicke ≥ 10 nm auf. Mit einer solchen Kontaktschicht kann vorteilhafterweise eine sehr gute Stromaufweitung bei gleichzeitig sehr geringer Strahlungsabsorption erreicht werden. Weiterhin bevorzugt befindet sich auf der reflektierenden Schicht eine bondfähige Schicht, die insbesondere im Wesentlichen aus einer Diffusionssperre aus Ti/Pt oder Ti/WN und aus Au oder Al besteht, wodurch eine Verbesserung der Bondbarkeit der reflektierenden Kontaktmetallisierung erzielt wird.

[0016] Bei einem weiteren Lumineszenzdiodenchip gemäß der Erfindung weist der Chip ausschließlich Epitaxieschichten auf, deren Gesamtdicke zusammen kleiner oder gleich 30 μ m ist. Dazu ist ein Aufwachssubstrat nach dem epitaktischen Aufwachsen der Epitaxieschichtenfolge entfernt. Die p-dotierte Epitaxieschicht ist auf ihrer von der n-dotierten Epitaxieschicht abgewandten Hauptfläche im Wesentlichen ganzflächig mit der reflektierenden Kontaktmetallisierung versehen. Auf der von der p-dotierten Epitaxieschicht abgewandten Hauptfläche der n-dotierten Epitaxieschicht befindet sich eine n-Kontaktmetallisierung, die nur einen Teil dieser Hauptfläche bedeckt. Die Lichtauskopplung aus dem Chip erfolgt über den freien Bereich der Hauptfläche der n-leitenden Epitaxieschicht und über die Chipflanken.

[0017] Das Aufwachssubstrat kann bei dieser Art von Lumineszenzdiodenchip sowohl elektrisch isolierend als auch strahlungsundurchlässig sein und demzufolge vorteilhafterweise allein hinsichtlich optimaler Aufwuchsbedingungen ausgewählt werden.

[0018] Der besondere Vorteil eines derartigen sogenann-

von der aktiven Zone (19) abgewandten Hauptfläche (9) mit einer auf Ag basierenden reflektierenden Kontaktmetallisierung (6) versehen ist.

2. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6) zumindest teilweise aus einer PtAg- und/oder PdAg-Legierung besteht.

3. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6) mehr als 50% der von der aktiven Zone (19) abgewandten Hauptfläche (9) der p-dotierten Schicht (5) überdeckt.

4. Lumineszenzdiodenchip (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6) die gesamte von der aktiven Zone (19) abgewandte Hauptfläche (9) der p-dotierten Schicht (5) überdeckt.

5. Lumineszenzdiodenchip nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6) eine strahlungsdurchlässige Kontaktschicht (15) und eine reflektierende Schicht (16) aufweist und die strahlungsdurchlässige Kontaktschicht (15) zwischen der p-dotierten Schicht (5) und der reflektierenden Schicht (16) angeordnet ist.

6. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschicht (15) im Wesentlichen mindestens eines der Metalle Pt, Pd und Cr aufweist.

7. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Kontaktschicht (15) kleiner oder gleich 10 nm ist.

8. Lumineszenzdiodenchip nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschicht (15) eine nicht geschlossene Schicht ist, die insbesondere eine inselartige und/oder netzartige Struktur aufweist.

9. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschicht (15) im Wesentlichen Indium-Zinn-Oxid (ITO) und/oder ZnO aufweist.

10. Lumineszenzdiodenchip (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Kontaktschicht (15) größer oder gleich 10 nm ist.

11. Lumineszenzdiodenchip nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6) auf ihrer von der strahlungsemitierenden Epitaxieschichtenfolge (3) abgewandten Seite eine weitere Metallschicht (20) aufweist, die insbesondere im Wesentlichen Au oder Al aufweist.

12. Lumineszenzdiodenchip nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Chip (1) ausschließlich Epitaxieschichten aufweist, die n-dotierte Schicht (4) auf ihrer von der p-leitenden Schicht (5) abgewandten Hauptfläche (8) mit einer n-Kontaktschicht (7) versehen ist, die nur einen Teil dieser Hauptfläche bedeckt, und daß die Lichtauskopplung aus dem Chip (1) über den freien Bereich der Hauptfläche (8) der n-leitenden Schicht (4) und über die Chipflanken (14) erfolgt.

13. Lumineszenzdiodenbauelement mit einem Lumineszenzdiodenchip gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 12, bei dem der Chip (1) auf einer Chipmontagefläche (12) eines LED-Gehäuses (21), insbesondere auf einem Leiterrahmen (11) oder einer Leiterbahn (22) des LED-Gehäuses, montiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Kontaktmetallisierung (6)

auf der Chipmontagefläche (12) aufliegt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

